



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 28 680 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 32 B 31/20**  
B 32 B 18/00  
B 32 B 15/00  
H 01 G 4/12

⑳ Aktenzeichen: 196 28 680.8  
㉔ Anmeldetag: 16. 7. 96  
㉕ Offenlegungstag: 30. 1. 97

DE 196 28 680 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
17.07.95 JP 7-179958 13.05.96 JP 8-117298

⑦1 Anmelder:  
Sumitomo Metal Electronics Devices Inc., Mine,  
Yamaguchi, JP; Sumitomo Metal Industries, Ltd.,  
Osaka, JP

⑦4 Vertreter:  
Zumstein & Klingseisen, 80331 München

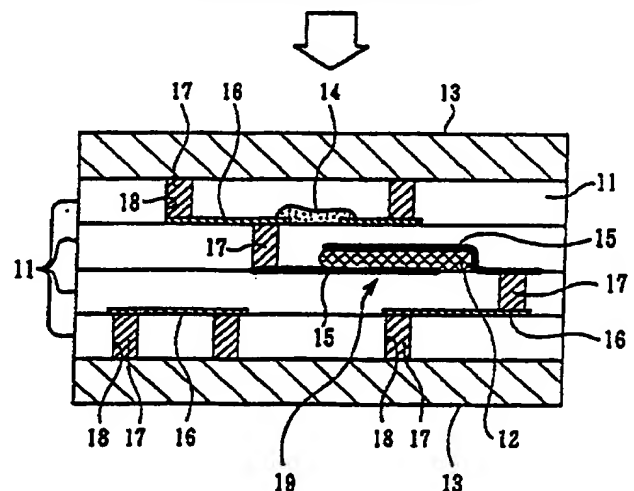
⑦2 Erfinder:  
Fukuta, Junzo, Nagoya, Aichi, JP; Yamade, Yoshiaki,  
Nishinomiya, Hyogo, JP; Hashimoto, Masaya, Sakai,  
Osaka, JP; Kataura, Hidenori, Mine, Yamaguchi, JP;  
Shibata, Koji, Nagoya, Aichi, JP; Tanifuji, Nozomi,  
Nagoya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats

⑤7 Gemäß einem Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats wird eine Kondensatorschicht auf einem Preßkörperbogen (11) aus einer bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren Keramik mittels Drucken gebildet. Der Preßkörperbogen (11) mit der Kondensatorschicht und eine Vielzahl anderer Preßkörperbögen (11) werden miteinander in ein Substratlaminat laminiert. Weiterhin werden zwei Schutz-Preßkörperbögen (13) aus dem Aluminium-System, die jeweils unter 1000°C nicht gesintert werden, jeweils an das obere und das untere Ende des Substratlamينات laminiert. Das erhaltene Laminat wird bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1000°C unter einem Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> gebrannt. Die Schutz-Preßkörperbögen (13), die an den Seitenoberflächen des Substrats haften, werden nach dem Brennen entfernt. Darauf folgend wird ein Verdrahtungsmuster auf dem Substrat gedruckt, welches dann bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1000°C gebrannt wird.

DRUCKBEAUFSCHLAGUNG



DE 196 28 680 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## Beschreibung

Diese Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats mit einem integral eingebauten Kondensator durch gemeinsames Brennen eines Substratlaminiats und des Kondensators bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1.000°C.

Gemäß dem Stand der Technik gibt es seit kurzem ein mehrschichtiges Keramiksubstrat, bei dem ein Kondensator an eine von inneren Schichten des Substrats laminiert wird und gemeinsam mit einem Substratlaminat gebrannt wird, und zwar zum Zwecke einer Bestückung bzw. Verdrahtung mit hoher Dichte und einer hohen Integration elektronischer Schaltungen oder ähnlichem. Jedoch unterscheiden sich ein keramisches Material für das Substrat und ein dielektrisches Material für den Kondensator bezüglich der chemischen Zusammensetzung und einer Brennschwindeigenschaft. Demgemäß hat dann, wenn beide Materialien miteinander laminiert und gemeinsam gebrannt werden, der Unterschied bezüglich der Brennschwindeigenschaft zwischen ihnen häufig ein Wölben, Risse oder eine Deformierung des hergestellten Substrats zur Folge.

Weiterhin wird die Dichte in der gesinterten Schicht oder den Schichten entweder des keramischen oder des dielektrischen Materials reduziert, wenn sich diese Materialien bezüglich einer Sinterbeendigungstemperatur unterscheiden. Einerseits wird eine Isolierfähigkeit zwischen Verdrahtungsleitern im Substrat erniedrigt, wenn die Dichte in den gesinterten Schichten (Isolierschichten) des keramischen Materials verringert wird. Andererseits wird eine Isolierfähigkeit eines Dielektrikums des Kondensators erniedrigt, wenn die Dichte in der gesinterten Schicht (der dielektrischen Schicht) verringert wird.

Somit sollen die Brennschwindeigenschaft und die Sinterbeendigungstemperatur des keramischen Materials jeweils mit jenen des dielektrischen Materials übereinstimmen, und umgekehrt, so daß die Wölbung, die Risse oder die Deformierung des hergestellten Substrats und die Reduzierung der Dichte der isolierenden oder dielektrischen Schichten nach dem Brennen verhindert werden. Tatsächlich ist es jedoch äußerst schwierig, die keramischen und die dielektrischen Materialien derart auszuwählen, daß sie exakt dieselbe Brennschwindeigenschaft und dieselbe Sinterbeendigungstemperatur bieten können. Unter diesen Umständen werden demgemäß keramische und dielektrische Materialien verwendet, die Brennschwindeigenschaften und Brennbeendigungstemperaturen bieten, die jeweils mehr oder weniger unterschiedlich voneinander sind.

Die Erfinder sind an einem Forschungsprojekt bezüglich eines neuen Brennverfahrens beteiligt, das ein Wölben, Risse oder eine Deformierung des Substrats und eine Reduzierung bezüglich der Dichte sowohl der Isolierschicht als auch der dielektrischen Schicht verhindern kann, selbst wenn die keramischen und die dielektrischen Materialien verwendet werden, die solche Brennschwindeigenschaften und Brennbeendigungstemperaturen haben, die jeweils mehr oder weniger unterschiedlich voneinander sind. Bei diesem Brennverfahren wird das Substrat unter Druckbeaufschlagung gebrannt. Verfahren zum Brennen eines Substrats unter Druckbeaufschlagung sind in PCT WO91/10630 und der veröffentlichten ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 5-163072 (1993) offenbart. Gemäß der zuerst genannten Veröffentlichung werden jeweils Schutz-Preßkörperbögen bzw. Schutz-Grünlingsbögen an obere und untere Oberflächen eines keramischen Isolierpreßkörperbogens laminiert. Der jeweilige Schutz-Preßkörperbogen wird bei einer Brenntemperatur für den keramischen Isolierpreßkörperbogen nicht gesintert. Eine zusammengebaute Anordnung aus dem keramischen Preßkörperbogen und den Schutz-Preßkörperbögen wird bei einer vorbestimmten Brenntemperatur gebrannt, wobei eine freie Oberfläche des Schutz-Preßkörperbogens mit Druck beaufschlagt wird. Danach werden die Schutz-Preßkörperbögen von beiden Oberflächen des gesinterten Keramikkörpers entfernt, wodurch ein Keramiksubstrat hergestellt wird.

Bei dem oben beschriebenen Verfahren wird die zusammengebaute Anordnung unter Druckbeaufschlagung gebrannt, damit das Schwinden des Substrats in den Richtungen seiner Oberfläche reduziert wird, so daß dimensionsmäßige Veränderungen der hergestellte Substrate reduziert werden. Jedoch betrifft das offenbarte Brennverfahren kein mehrschichtiges Substrat mit einem integral eingebauten Kondensator (einer dielektrischen Schicht), der eine Brennschwindeigenschaft und eine Sinterbeendigungstemperatur hat, die unterschiedlich von jenen des Substrats (eines Preßkörperbogens) sind.

Die zuletzt genannte (Veröffentlichung Nr. 5-163072) der obigen Veröffentlichungen offenbart ein Verfahren, bei dem ein mehrschichtiges Keramiksubstrat mit einem integral eingebauten Kondensator unter Druckbeaufschlagung gebrannt wird, wie es beispielsweise auf Seite 13 bei der Absatznr. [0054] der Veröffentlichung angegeben ist. Bei diesem Verfahren wird jedoch der Kondensator vorher gebrannt und dann an einen der keramischen Preßkörperbögen laminiert. Eine zusammengebaute Anordnung der keramischen Preßkörperbögen und des gebrannten Kondensators wird unter Druckbeaufschlagung gebrannt. Somit ist bei diesem Verfahren erforderlich, daß der Kondensator vor dem Brennen des Keramiksubstrats einzeln gebrannt wird. Folglich ist die Herstellungseffizienz gering und die Herstellungskosten sind erhöht, da das Substrat und der Kondensator nicht gemeinsam gebrannt werden können.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats zu schaffen, bei welchem Verfahren ein Kondensator und ein Substrat zur Verbesserung der Herstellungseffizienz gemeinsam gebrannt werden können, und ein Wölben, Risse oder eine Deformierung des Substrats und eine Reduzierung der Dichte sowohl der Isolierschichten als auch der dielektrischen Schicht nach dem Brennen verhindert werden können, so daß ein zuverlässiges mehrschichtiges Keramiksubstrat mit einem integral eingebauten Kondensator hergestellt werden kann.

Zum Lösen der Aufgabe zeigt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats mit einem integral eingebauten Kondensator durch gemeinsames Brennen des Substrats und des Kondensators bei einer vorbestimmten Brenntemperatur für das Substrat im Bereich zwischen 800 bis 1.000°C, gekennzeichnet durch folgende aufeinanderfolgende Schritte: Bilden eines zwischen Preßkörper-Isolierschichten angeordneten Substratlaminiats mit einem Kondensator, wobei die Preßkörper-Isolierschichten jeweils aus bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbarem keramischem Isoliermaterial bestehen, wobei der

Kondensator aus einer dielektrischen Preßkörperschicht, die aus einem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbarem keramischen dielektrischen Material besteht, und aus die dielektrische Schicht in Sandwich-Struktur umgebenden Elektrodenleitern besteht; jeweiliges Laminieren von Schutz-Preßkörperbögen bei der Brenntemperatur für das Substrat an beide Seiten des Substratlamins; Brennen des Substratlamins mit den Schutz-Preßkörperbögen bei der Brenntemperatur für das Substrat, während daran normal zu einer freien Oberfläche eines der Schutz-Preßkörperbögen Druck angelegt wird, wobei der Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> ist; und Entfernen der Schutz-Preßkörperbögen von beiden Seiten der gebrannten zusammengebauten Anordnung, um dadurch das mehrschichtige Keramiksubstrat mit dem integral eingebauten Kondensator her zustellen.

Die Dichte des mehrschichtigen Keramiksubstrats wird verbessert, wenn der während des Brennens angelegte Druck erhöht wird. Jedoch wird das Substrat einer Deformierung ausgesetzt, wenn der angelegte Druck auf 20 kgf/cm<sup>2</sup> oder darüber erhöht wird. Weiterhin ist der angelegte Druck zu klein, um die Dichte des Substrats zu verbessern, wenn der angelegte Druck unter 2 kgf/cm<sup>2</sup> ist. Demgemäß liegt ein geeigneter Bereich für den angelegten Druck zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup>. Wenn der angelegte Druck in diesem Bereich liegt, kann ein Wölben, Risse oder ein Deformieren beim Substrat verhindert werden, und die Dichte sowohl der isolierenden wie auch der dielektrischen Schichten des Substrats nach dem Brennen kann verbessert werden, so daß eine bessere Isolierfähigkeit der isolierenden und der dielektrischen Schichten sichergestellt werden kann.

Ein Verfahren zum Einbauen eines Kondensators in eine innere Schicht des Substrats enthält ein Verfahren zum Laminieren eines Preßkörperbogens und ein Druckverfahren. Beim Verfahren zum Laminieren eines Preßkörperbogens wird ein dielektrischer Preßkörperbogen in einer Schicht eingebettet, in der ein Kondensator ausgebildet werden soll. Ein Teil des in Sandwich-Struktur zwischen Elektroden liegenden dielektrischen Preßkörperbogens wird als dielektrische Schicht des Kondensators verwendet. Bei dieser Struktur ist für die dielektrische Schicht eine hohe Dichte oder eine Flüssigkeitsdurchdringungsfestigkeit erforderlich, da die dielektrische Schicht oder der dielektrische Preßkörperbogen an einer peripheren Endfläche des Substrats freiliegt. Der Grund dafür ist, daß sich eine Migration in den dielektrische Schicht des Kondensators in Sandwich-Struktur umgebenden Metallelektroden bei Vorhandensein von Flüssigkeit weiterentwickelt, was in einem Kurzschluß bei der dielektrischen Schicht resultiert.

Jedoch kann bei der oben beschriebenen Erfindung die Dichte der dielektrischen Schicht durch das Brennen unter Druckbeaufschlagung erhöht werden. Folglich kann ein Eindringen von Flüssigkeit in die dielektrische Schicht verhindert werden, selbst wenn der Kondensator gemäß dem Verfahren zum Laminieren eines Preßkörperbogens bzw. Grünlingsbogens bzw. grünen Bogens ausgebildet wird.

Andererseits wird ein bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbares keramisches dielektrisches Material auf einen aus einem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Isoliermaterial gebildeten Isolierpreßkörperbogen (eine Preßkörper-Isolierschicht) gedruckt, wobei bei dem Druckverfahren ein Elektrodenleiter dazwischen angeordnet wird, woraufhin die dielektrische Preßkörperschicht gebildet wird. Somit kann die dielektrische Schicht des Kondensators an einem Teil der inneren Schicht des Substrats durch Drucken gebildet werden. Folglich kann dies deshalb, weil die dielektrische Schicht an der peripheren Endfläche des Substrats nicht freiliegt, die Isolierfähigkeit der dielektrischen Schicht zusammen mit der Verbesserung bezüglich der Dichte der dielektrischen Schicht aufgrund des Brennens unter Druckbeaufschlagung weiter verbessern.

Es wird allgemein bevorzugt, daß eine dielektrische Schicht nach dem Sintern eine Dicke von 30 µm oder darüber hat, um eine ausreichende Isolierfähigkeit zwischen den Elektrodenleitern sicherzustellen, oder daß die dielektrische Schicht, während sie in ihrer Pastenphase vor dem Sintern getrocknet wird, eine Dicke von 60 µm oder darüber hat. Wenn obere und untere Elektrodenleiter zu der dielektrischen Schicht hinzugefügt werden, sollte der gesamte Kondensator vor dem Sintern eine Dicke von 80 µm oder darüber haben. Wenn der Kondensator zwischen Isolierpreßkörperbögen angeordnet wird und die zusammengebaute Anordnung dann unter Druck gebrannt wird, wird ein abgestufter Teil mit einer Dicke von 80 µm oder darüber auf der Schicht ausgebildet, in der der Kondensator ausgebildet wird. Da der angelegte Druck auf den Kondensator konzentriert wird, ist es möglich, daß ein äußeres peripheres Ende des Kondensators durch den angelegten Druck derart gedrückt wird, daß es deformiert wird. Dies kann die Isolierfähigkeit reduzieren.

Angesichts des oben beschriebenen Problems wird bei einer bevorzugten Form der vorliegenden Erfindung eine dielektrische Preßkörperschicht durch Laminieren eines Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogens mit einer Öffnung, die einen Bildungsbereich einer dielektrischen Schicht zu einem innenliegenden Isolierpreßkörperbogen definiert, und durch Auffüllen der Öffnung mit bei niedriger Temperatur gebranntem keramischen dielektrischen Material in einem Verfahren zum Laminieren der Isolierpreßkörperbögen gebildet. Dies hat die Wirkung, daß kein abgestufter Teil aufgrund der dielektrischen Schicht auf der Schicht ausgebildet wird, in der der Kondensator auszubilden ist. Wenn das wie oben beschrieben gebildete Substratlaminat unter Druck gebrannt wird, wird der angelegte Druck aufgeteilt vom Kondensator und vom Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen in der Schicht aufgenommen, in der der Kondensator auszubilden ist, und demgemäß kann eine Deformierung des äußeren peripheren Endes des Kondensators durch den Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen verhindert werden.

Jeder Elektrodenleiter besteht vorzugsweise aus Au, einer Au-Legierung oder aus Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis von Ag/Pd in einem Bereich von 90/10 bis zu 60/40. Dies hat die Wirkung, daß die Zuverlässigkeit der Isolierfähigkeit der dielektrischen Schicht verbessert werden kann, selbst wenn nicht erforderlich ist, daß die Brennschwindeigenschaft und die Sinterbeendigungstemperatur der Isolierschicht mit jeweils jenen der dielektrischen Schicht übereinstimmen. Dies wurde durch von den Erfindern ausgeführte Experimente bestätigt.

Die dielektrische Schicht kann aus einer Pb-Perowskit-Verbindung bestehen. Die Pb-Perowskit-Verbindung hat eine hohe Dielektrizitätskonstante und kann gemeinsam mit dem bei niedriger Temperatur gebrannten keramischen Isoliermaterial bei 1.000°C oder darunter gebrannt werden. Folglich ist die Pd-Perowskit-Verbin-

dung als Material für den Kondensator geeignet.

Das bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbare keramische Isoliermaterial besteht vorzugsweise aus einer Mischung aus Glaspulver eines Systems aus  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$  oder eines Systems aus  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$  und aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Pulver. Die Mischung führt im Brennverfahren zu einer teilweisen Kristallisierung eines Anorthits, eines Anorthit + Calciumsilikats (Wollastonit) oder eines Cordierits. Die Mischung ermöglicht, daß das Substratlaminat bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1.000°C in Sauerstoffatmosphäre (Luft) gebrannt wird. Weiterhin verkürzt die Mischung eine Zeitperiode für das Brennen, wobei eine Deformierung feiner Muster beim Brennverfahren durch die oben angegebene teilweise Kristallisierung beschränkt wird.

Das Substratlaminat hat vorzugsweise Innen- oder Oberflächenschichten, die mit Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgangsleiter ausgebildet sind, die jeweils aus Au, Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Cu bestehen. Da diese Metallpasten jeweils Sintertemperaturen von etwa 1.000°C oder darüber haben, können sie mit der bei niedriger Temperatur gebrannten Keramik gemeinsam gebrannt werden und haben verglichen mit Metallen mit hohen Schmelzpunkten, wie beispielsweise W oder Mo, bessere elektrische Eigenschaften.

Weiterhin hat das Substratlaminat vorzugsweise eine Innen- oder Oberflächenschicht, die mit einem Widerstand ausgebildet ist, der aus  $\text{RuO}_2$  oder einem Ru-Pyrochlor besteht.  $\text{RuO}_2$  oder das Ru-Pyrochlor kann zusammen mit der bei niedriger Temperatur gebrannten Keramik gebrannt werden und kann selbst dann ein relativ einfaches Einstellen des Widerstandswertes des Widerstandes bieten, wenn er an einer inneren Schicht ausgebildet wird.

Jeder Schutz-Preßkörperbogen ist vorzugsweise ein ungesinterter Aluminium-Preßkörperbogen. Der Aluminium-Preßkörperbogen ist unter Keramiken für eine praktische Anwendbarkeit relativ billig und erfüllt eine Anforderung bezüglich der Reduzierung der Herstellungskosten.

Nun wird die Erfindung lediglich anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei:

Fig. 1A ein Längsschnitt eines Substrats bei einem ersten Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung ist, wobei Schutz-Preßkörperbögen an seinen beiden Seiten laminiert sind;

Fig. 1B ein Längsschnitt des Substrats ist, wobei die Schutz-Preßkörperbögen von ihm entfernt und Oberflächenleiter auf es gedruckt sind;

Fig. 2A bis 2D Ansichten sind, die Herstellungsschritte bei einem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen;

Fig. 3A ein Längsschnitt des Substrats beim zweiten Ausführungsbeispiel ist, wobei die Schutz-Preßkörperbögen an seinen beiden Seiten laminiert sind;

Fig. 3B ein Längsschnitt des Substrats beim zweiten Ausführungsbeispiel ist, wobei die Schutz-Preßkörperbögen von ihm entfernt sind und Oberflächenleiter auf es gedruckt sind.

#### Erstes Ausführungsbeispiel

Nun wird ein erstes Ausführungsbeispiel des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1A und 1B beschrieben. Das Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist folgende Schritte auf:

##### 1. Herstellung von Isolierpreßkörperbögen 11 (Preßkörper-Isolierschichten)

Eine Mischung, die 10 bis 55 Gew.-%  $\text{CaO}$ , 45 bis 70 Gew.-%  $\text{SiO}_2$ , 0 bis 30 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und 5 bis 20 Gew.-%  $\text{B}_2\text{O}_3$  enthält, wird bei 1.450°C geschmolzen, damit sie glasartig bzw. keramisch gebunden wird. Danach wird die glasartige bzw. keramisch gebundene Mischung schnell in Wasser getaucht und dann in ein Glaspulver eines Systems aus  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$  mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser im Bereich von 3,0 und 3,5  $\mu\text{m}$  pulverisiert. Ein mit einem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Isolierer gemischtes Pulver wird durch Mischen von 50 bis 65 Gew.-% (vorzugsweise 60 Gew.-%) Glaspulver und 50 bis 35 Gew.-% (vorzugsweise 40 Gew.-%) Aluminiumpulver mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von 1,2  $\mu\text{m}$  hergestellt. Ein Lösungsmittel, wie beispielsweise Toluol oder Xylen, ein Bindemittel, wie beispielsweise ein Acryl-Kunstharz, und ein Plastizierer, wie beispielsweise DOA, werden zu dem gemischten Pulver hinzugefügt. Die Mischung wird gut vermischt, so daß ein dünnflüssiger Schlamm mit einer Viskosität von 2.000 bis 40.000 cps erhalten wird. Der Schlamm wird durch ein herkömmliches Doctor-Verfahren in einen Isolierpreßkörperbogen 11 mit einer Dicke von 0,3 mm geformt. Der Isolierpreßkörperbogen 11 wird in den abhängigen Ansprüchen als Preßkörper-Isolierschicht und als bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1.000°C brennbar beansprucht.

##### 2. Herstellung von Schutz-Preßkörperbögen 13 (Aluminium-Preßkörperbögen)

Das Lösungsmittel, das Bindemittel und der Plastizierer, die dieselben wie jene sind, die oben angegeben sind, werden mit einem Aluminiumpulver mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von 1,0  $\mu\text{m}$  vermischt. Die Mischung wird gut in einen dünnflüssigen Schlamm vermischt. Der Schlamm wird durch das herkömmliche Doctor-Verfahren in einen Aluminium-Preßkörperbogen mit einer Dicke von 0,3 mm geformt. Der Aluminium-Preßkörperbogen wird als Schutz-Preßkörperbogen 13 verwendet, wie es später beschrieben wird. Der Schutz-Preßkörperbogen 13 ist dazu geeignet, gesintert zu werden, wenn er bis zu einem Bereich von 1.550 bis 1.600°C erwärmt wird.

## 3. Herstellung einer dielektrischen Paste 12

Eine Pb-Perowskit-Verbindung, wie beispielsweise  $\text{PbO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-WO}_3\text{-ZnO}$ , wird als bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbares keramisches dielektrisches Material verwendet. Eine vorbestimmte Menge der Verbindung wird auf Waagschalen abgewogen und dann aufeinanderfolgend pulverisiert, gemischt und getrocknet. Die getrocknete Verbindung wird dann bei  $850^\circ\text{C}$  kalziniert, und darauf folgend, nachdem sie getrocknet worden ist, naßgemahlen und in ein dielektrisches Pulver geformt, das einen durchschnittlichen Korndurchmesser von  $2\text{ }\mu\text{m}$  hat. Ein Bindemittel, wie beispielsweise Ethylzellulose, und ein Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpeneol, werden zu dem erhaltenen dielektrischen Pulver hinzugefügt, und dann wird die Mischung durch eine Dreiwalzen-Mischmaschine in eine dielektrische Paste 12 vermischt, die aus dem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen dielektrischen Material besteht. Die dielektrische Paste 12 wird mittels Siebdruck auf den Isolierpreßkörperbogen 11 gebracht, damit er in eine dielektrische Preßkörperschicht geformt wird, wie es später beschrieben wird. Die dielektrische Paste 12 ist mit dem Isolierpreßkörperbogen 11 bei  $1.000^\circ\text{C}$  oder darunter gemeinsam brennbar.

4. Herstellung einer Widerstandspaste des Systems  $\text{RuO}_2$ 

Eine Mischung eines  $\text{RuO}_2$ -Pulvers mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von  $0,1\text{ mm}$  und einem Glaspulver aus  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$  wird als Material für einen Widerstand verwendet. Ein Bindemittel, wie beispielsweise Ethylzellulose, und ein Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpeneol, werden zur Mischung hinzugefügt, und die Mischung wird dann durch die Dreiwalzen-Mischmaschine in eine Widerstandspaste 14 des  $\text{RuO}_2$ -Systems vermischt. Die Widerstandspaste 14 ist auch mit dem Isolierpreßkörperbogen 11 bei  $1.000^\circ\text{C}$  oder darunter gemeinsam brennbar.

## 5. Herstellung einer Elektrodenleiterpaste 15

In den Beispielen 1 bis 4, die später beschrieben werden, wird Au oder eine Au-Legierung, wie beispielsweise Au/Pd/Ag, als Elektrodenleitermaterial für einen eingebauten Kondensator verwendet. Das Bindemittel, wie beispielsweise Ethylzellulose, und das Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpeneol, werden zu einem Au-Pulver mit einem durchschnittlichen Korndurchmesser von  $1\text{ }\mu\text{m}$  oder zu einem Au-Legierungspulver hinzugefügt, und die Mischung wird dann durch die Dreiwalzen-Mischmaschine in eine Elektrodenleiterpaste 15 vermischt.

In den Beispielen 5 bis 8, die später beschrieben werden, wird eine Mischung aus einem Ag-Pulver und einem Pd-Pulver mit einem Gewichtsverhältnis von Ag/Pd im Bereich zwischen 90/10 und 60/40 oder aus einem Ag/Pd-Legierungspulver mit demselben Gewichtsverhältnis, wie es oben beschrieben ist, als Elektrodenleitermaterial verwendet. Das Bindemittel, wie beispielsweise Ethylzellulose, und das Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpeneol, die beide dieselben wie jene sind, die oben beschrieben sind, werden zur Mischung hinzugefügt. Die Mischung wird dann durch die Dreiwalzen-Mischmaschine vermischt, damit sie in eine Elektrodenleiterpaste 15 ausgebildet wird.

## 6. Herstellung von Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgangsleiterpasten 16 und 17

Au, Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Cu wird als Leitermaterial für eine Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgänge verwendet, die beide in den inneren Schichten des Substrats ausgebildet werden. Das Bindemittel, wie beispielsweise Ethylzellulose, und das Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpeneol, die beide dieselben wie jene sind, die oben beschrieben sind, werden zum Metallpulver hinzugefügt. Die Mischung wird dann durch die Dreiwalzen-Mischmaschine vermischt, damit sie in Elektrodenleiterpasten 16 und 17 ausgebildet wird.

## 7. Herstellung einer Oberflächenschicht-Leiterpaste 20

Au, Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Cu wird als Material für einen Verdrahtungsleiter verwendet, der in einer Oberflächenschicht des Substrats ausgebildet wird. Die Metallpaste wird durch dasselbe Verfahren, wie es oben beschrieben ist, in eine Oberflächenschichtleiterpaste 20 ausgebildet.

## 8. Stoßen, Drucken und Laminieren

Die Isolierpreßkörperbögen 11 und die Schutz-Preßkörperbögen 13 werden derartig geschnitten, daß sie jeweils vorbestimmte Abmessungen haben. Durchgangslöcher 18 werden an vorbestimmten Stellen in den Isolierpreßkörperbögen 11 mittels eines Durchstoßens ausgebildet. Die Durchgangslöcher 18 werden dann mit der Zwischenschicht-Durchgangsleiterpaste 17 aufgefüllt, und die Verdrahtungsleiterpaste 16 mit derselben Zusammensetzung wie die Paste 17 wird mittels Siebdruck auf den Isolierpreßkörperbogen 11 aufgebracht, damit sie in Verdrahtungsmuster ausgebildet wird. Die Elektrodenleiterpaste 15 wird mittels Siebdruck auf einem Isolierpreßkörperbogen 11 an einer inneren Schicht aufgebracht, in dem ein Kondensator 19 auszubilden ist, woraufhin eine untere Elektrode des Kondensators 19 ausgebildet wird. Die dielektrische Paste 12 wird mittels Siebdruck auf der oberen Oberfläche der unteren Elektrode aufgebracht, damit sie in eine dielektrische Schicht mit einer Dicke von  $60\text{ }\mu\text{m}$  ausgebildet wird. Weiterhin wird die Elektrodenleiterpaste 15 mittels Siebdruck auf der oberen Oberfläche der dielektrischen Schicht aufgebracht, damit sie in eine obere Elektrode des Kondensators 19 ausgebildet wird. Zusätzlich wird die Widerstandspaste 14 des  $\text{RuO}_2$ -Systems mittels Siebdruck auf einem anderen Isolierpreßkörperbogen 11 der inneren Schicht aufgebracht, damit sie in einen

Widerstand ausgebildet wird. Die oben beschriebenen Preßkörperbögen 11 werden miteinander in ein Substratlaminat laminiert, welches Laminat auf 80 bis 150°C erwärmt und dann bei 50 bis 250 kg/cm<sup>2</sup> gepreßt wird, damit es dadurch in einen einzigen Körper integriert wird. Weiterhin werden die ungebrannten Schutz-Preßkörperbögen 13 jeweils an beide Seitenflächen des Substratlamينات laminiert, und das Laminat wird unter denselben Bedingungen, wie sie oben beschrieben sind, erwärmt und dann gepreßt.

#### 9. Brennen

Das wie oben beschrieben hergestellte Substratlaminat wird bei einer Brenntemperatur für das Substrat von 800 bis 1.000°C (vorzugsweise 900°C) gebrannt, während normal zu einer freiliegenden Oberfläche eines der Schutz-Preßkörperbögen 13 Druck auf das Laminat ausgeübt wird, wobei der Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> liegt. Somit wird das mehrschichtige Keramiksubstrat gemeinsam mit dem Kondensator 19 und dem Widerstand, die darin enthalten sind, gebrannt. Das Laminat kann in Sauerstoffatmosphäre (Luft) gebrannt werden, wenn Ag, Ag/Pd, Au oder Ag/Pt als Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgangsleiterpasten 16 und 17 verwendet worden sind, wohingegen das Laminat in einer reduzierenden Atmosphäre zur Verhinderung einer Oxidation gebrannt werden muß, wenn jeweils Cu als Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgangsleiterpasten 16 und 17 verwendet worden ist. Diesbezüglich bleiben, da die Schutz-Preßkörperbögen 13 (Aluminium-Preßkörperbögen), die an beide Seitenflächen des Substrats laminiert sind, bei 1.550 bis 1.600°C gesintert werden, die Schutz-Preßkörperbögen 13 ungesintert, wenn das Substratlaminat bei 800 bis 1.000°C gebrannt wird. Das Lösungsmittel und/oder das Bindemittel in den Schutz-Preßkörperbögen 13 werden beim Brennverfahren vereinzelt, was als Aluminiumpulver zurückbleibt.

#### 10. Endbearbeitung

Die Schutz-Preßkörperbögen 13 oder das an beiden Seitenflächen des Substrats haftende Aluminiumpulver wird nach dem Brennen durch Polieren oder ähnliches entfernt. Darauf folgend wird die Oberflächenschichtleiterpaste 20 mittels Siebdruck auf und unter das Substrat aufgebracht, damit sie in Verdrahtungsmuster ausgebildet wird, und das Substrat wird bei 1.000°C oder darunter gebrannt, wodurch die Herstellung des mehrschichtigen Keramiksubstrats mit eingebautem Kondensator 19 und Widerstand beendet wird.

Nun werden Beispiele gemäß dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren und ein Vergleichsfall beschrieben. Die folgende TABELLE 1 zeigt Beispiele 1 bis 4 gemäß dem oben beschriebenen Verfahren, und die darauf folgenden TABELLE 2 zeigt den Vergleichsfall. Es wurde Au oder eine Au-Legierung, wie beispielsweise Au/Pd/Ag, als Elektrodenleitermaterial für den Kondensator 19 verwendet.

TABELLE 1

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Zusammensetzung eines Isolierpreßkörperbogens	Glas des Systems CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des Systems MgO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des Systems CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des Systems CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Zusammensetzung des Dielektrikums des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung	SrTiO <sub>3</sub> -System-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung
Elektroden des Kondensators	Au	Au	Au/Pd/Ag	Au
Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag	Ag/Pd	Ag	Au
Widerstand der inneren Schicht	Glas des RuO <sub>2</sub> -Systems	Keiner	Glas des Bi <sub>2</sub> Ru <sub>2</sub> O <sub>7</sub> -Systems	Keiner
Schutz-Preßkörperbögen	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd	Cu	Au	Ag/Pt
Brenntemperatur	900°C	900°C	900°C	900°C
Während des Brennens angelegter Druck	2 kgf/cm <sup>2</sup>	10 kgf/cm <sup>2</sup>	20 kgf/cm <sup>2</sup>	8 kgf/cm <sup>2</sup>
Dielektrizitätskonstante des Kondensator-dielektrikums	2500	200	4000	3000
Kondensator-Hochtemperaturbelastungs-Zuverlässigkeitstest	OK	OK	OK	OK
Wölbung, Riß, Deformierung	Keine(r)	Keine(r)	Keine(r)	Keine(r)
Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht	7,7	6,2	7,7	7,7

TABELLE 2

		Vergleichsfall 1
5	Zusammensetzung des Isolierpreßkörperbogens	Glas des $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Systems}$ + $\text{Al}_2\text{O}_3$
	Zusammensetzung des Dielektrikums des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung
	Elektroden des Kondensators	Au
10	Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag
	Widerstand der inneren Schicht	Keiner
	Schutz-Preßkörperbögen	Keine
	Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd
15	Brenntemperatur	900°C
	Während des Brennens angelegter Druck	Nicht angelegt
	Dielektrizitätskonstante des Kondensatordielektrikums	2.200
20	Hochtemperaturbelastungs-Zuverlässigkeitstest für den Kondensator	OK
	Wölbung, Riß, Deformierung	Wölbung von 40 µm und keine anderen gefundenen
25	Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht	7,7

## BEISPIEL 1

Eine Mischung von 60 Gew.-% Glas des  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Systems}$  und von 40 Gew.-% Aluminiumpulver wurde als keramisches Isoliermaterial verwendet, das jeden Isolierpreßkörperbogen 11 bildet. Eine Pb-Perowskit-Verbindung ( $\text{PbO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-WO}_3\text{-ZnO}$ ) wurde als Material für ein Dielektrikum für den Kondensator 19 verwendet. Au wurde als Material für Elektrodenleiter des Kondensators 19 verwendet. Ag wurde als Material für die Verdrahtungsleiter der inneren Schicht verwendet. Glas des  $\text{RuO}_2\text{-Systems}$  wurde als Material für den Widerstand der inneren Schicht verwendet. Ag/Pd wurde als Material für den Leiter der Oberflächenschicht verwendet. Jeder Schutz-Preßkörperbogen 13 war ein Aluminium-Preßkörperbogen. Das wie oben beschriebene zusammengesetzte Substratlaminat wurde bei 900°C gebrannt, wobei es mit 2 kgf/cm<sup>2</sup> gedrückt wurde. Im Substrat wurde keine Wölbung, kein Riß oder keine Deformierung erzeugt. Weiterhin wurde ein Zuverlässigkeitstest für den Kondensator bei hoher Temperaturbelastung ausgeführt. Bei diesem Test wurde eine Dauerbelastung von 50 V Gleichstrom bei 150°C für 1.000 Stunden an das Substrat angelegt. Als Ergebnis des Tests wurde keine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstands in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 gefunden, und es wurde ein Isolierwiderstand von 10<sup>6</sup> Ω sichergestellt. Weiterhin war die Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht 2.500 und jene der Isolierschicht war 7,7.

## BEISPIEL 2

Eine Mischung aus 60 Gew.-% Glas des  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Systems}$  und aus 40 Gew.-% Aluminiumpulver wurde als keramisches Isoliermaterial verwendet, das den Isolierpreßkörperbogen 11 bildet. Eine Verbindung des  $\text{SrTiO}_3\text{-Systems}$  wurde als Material für ein Dielektrikum für den Kondensator 19 verwendet. Au wurde als Material für Elektrodenleiter des Kondensators 19 verwendet. Ag/Pd wurde als Material für die Verdrahtungsleiter der inneren Schicht verwendet. Es war kein Widerstand der inneren Schicht vorgesehen. Cu wurde als Material für den Oberflächenschichtleiter verwendet. Jeder Schutz-Preßkörperbogen 13 war ein Aluminium-Preßkörperbogen. Das wie oben beschriebene zusammengesetzte Substratlaminat wurde bei 900°C gebrannt, wobei es mit 10 kgf/cm<sup>2</sup> gedrückt wurde. Keine Wölbung, kein Riß oder keine Deformierung wurde im Substrat erzeugt. Weiterhin wurde als Ergebnis des Zuverlässigkeitstests für den Kondensator bei hoher Temperaturbelastung keine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstandes in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 herausgefunden, und ein Isolierwiderstand von 10<sup>6</sup> Ω oder darüber wurde gesichert. Weiterhin war die Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht 200, und jene der Isolierschicht war 6,2.

## BEISPIEL 3

Unterschiedlich zum Substrat des BEISPIELS 1 weist das Substrat des BEISPIELS 3 die Kondensatorelektrodenleiter auf, die jeweils aus Au/Pd/Ag gebildet sind, wobei der Widerstand der inneren Schicht aus Glas aus  $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$  gebildet ist. Die andere Zusammensetzung des Substrats des BEISPIELS 3 war dieselbe wie jene des BEISPIELS 1. Das wie oben beschriebene zusammengesetzte Substratlaminat wurde bei 900°C gebrannt, wobei es mit 20 kgf/cm<sup>2</sup> gedrückt wurde. Keine Wölbung, kein Riß oder keine Deformierung wurde im Substrat erzeugt. Weiterhin wurde als Ergebnis des Zuverlässigkeitstests beim Kondensator bei hoher Temperaturbelas-



stung keine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstandes in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 gefunden, und ein Isolierwiderstand von  $10^6 \Omega$  oder darüber wurde gesichert. Darüber hinaus war die Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht 4.000, und jene der Isolierschicht war 7,7.

#### BEISPIEL 4

Im Unterschied zum Substrat des BEISPIELS 1 weist das Substrat des BEISPIELS 4 den Verdrahtungsleiter der inneren Schicht auf, der aus Au gebildet ist, und den aus Ag/Pt gebildeten Oberflächenschichtleiter. Das Substrat des BEISPIELS 4 hat keinen Widerstand der inneren Schicht. Die andere Zusammensetzung des Substrats des BEISPIELS 4 war dieselbe wie jene des BEISPIELS 1. Das wie oben beschrieben zusammengesetzte Substratlaminat wurde bei  $900^\circ\text{C}$  gebrannt, wobei es mit  $20 \text{ kgf/cm}^2$  gedrückt wurde. Keine Wölbung, kein Riß oder keine Deformierung wurde im Substrat erzeugt. Darüber hinaus wurde als Ergebnis des Zuverlässigkeitstests des Kondensators bezüglich einer hohen Temperaturbelastung keine Verschlechterung des Isolierwiderstandes in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 herausgefunden, und ein Isolierwiderstand von  $10^6 \Omega$  oder darüber wurde gesichert. Darüber hinaus war die Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht 3.000, und jene der Isolierschicht war 7,7.

Wie es aus den oben beschriebenen BEISPIELEN 1 bis 4 offensichtlich ist, kann dann, wenn das Substratlaminat gebrannt wird, während es mit einem Druck im Bereich von 2 bis  $20 \text{ kgf/cm}^2$  gedrückt wird, das Wölben, das Zerreißen oder das Deformieren im Substrat verhindert werden, und die Dichte des Substrats (der Isolierschicht und der dielektrischen Schicht) nach dem Brennen kann verbessert werden, so daß eine bessere Isolierfähigkeit sowohl der Isolierschichten als auch der dielektrischen Schichten erhalten werden kann. Das mehrschichtige Keramiksubstrat wird deformiert, wenn der daran angelegte Druck während des Brennens  $20 \text{ kgf/cm}^2$  überschreitet, wohingegen der angelegte Druck so klein ist, daß die Dichte des Substrats nicht verbessert werden kann, wenn der angelegte Druck unter  $2 \text{ kgf/cm}^2$  ist. Folglich ist ein geeigneter Bereich für den angelegten Druck zwischen 2 und  $20 \text{ kgf/cm}^2$ .

#### VERGLEICHSFALL 1

Im Unterschied zum BEISPIEL 1 wurde beim VERGLEICHSFALL 1 ein Substratlaminat verwendet, das keinen Widerstand der inneren Schicht und keine Schutz-Preßkörperbogen 13 aufweist. Das Substratlaminat wurde ohne Druckbeaufschlagung bei  $900^\circ\text{C}$  gebrannt. Bei diesem Brennverfahren wurde eine Wölbung von 40  $\mu\text{m}$  im Substrat erzeugt. Dies zeigt, daß das Brennen unter Druck zum Verhindern einer Wölbung im Substrat wirksam ist.

Da Au oder die Au-Legierung sowohl bei den BEISPIELEN 1—4 als auch beim VERGLEICHSFALL 1 als Elektrodenleiter verwendet wurde, wurde bei dem Isolierwiderstand in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 keine Verschlechterung gefunden. Folglich wurde die Isolierzuverlässigkeit in der dielektrischen Schicht verbessert.

Die folgende TABELLE 3 zeigt BEISPIELE 5 bis 8 und die darauffolgende TABELLE 4 zeigt VERGLEICHSFÄLLE 2 und 3. Ag/Pd wurde als Material für die Elektrodenleiter des Kondensators 19 bei sowohl den Beispielen als auch den Vergleichsfällen verwendet.

TABELLE 3

5		Beispiel 5	Beispiel 6	Beispiel 7	Beispiel 8
	Zusammensetzung des Isolierpreßkörperbogens	Glas des Systems $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	Glas des Systems $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	Glas des Systems $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	Glas des Systems $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$
10	Zusammensetzung des Dielektrikums des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung	$\text{SrTiO}_3$ -System-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung
15	Elektroden des Kondensators	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 70/30	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 90/10	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 80/20	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 70/30
20	Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag	Ag/Pd	Ag	Au
	Widerstand der inneren Schicht	Glas des $\text{RuO}_2$ -Systems	Keiner	Glas des $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ -Systems	Keiner
25	Schutz-Preßkörperbögen	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
	Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd	Cu	Au	Ag/Pt
	Brenntemperatur	900°C	900°C	900°C	900°C
30	Während des Brennens angelegter Druck	2 kgf/cm <sup>2</sup>	10 kgf/cm <sup>2</sup>	20 kgf/cm <sup>2</sup>	8 kgf/cm <sup>2</sup>
35	Dielektrizitätskonstante des Kondensator-dielektrikums	2000	150	3500	2700
	Kondensator-Hochtemperaturbelastungszuverlässigkeitstest	OK	OK	OK	OK
40	Wölbung, Riß, Deformierung	Keine(r)	Keine(r)	Keine(r)	Keine(r)
45	Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht	7,7	6,2	7,7	7,7

TABELLE 4

	Vergleichsfall 2	Vergleichsfall 3
Zusammensetzung des Isolierpreßkörperbogens	Glas des $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ -Systems + $\text{Al}_2\text{O}_3$	Glas des $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ -Systems + $\text{Al}_2\text{O}_3$
Zusammensetzung des Dielektrikums des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung
Elektroden des Kondensators	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 70/30	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 95/5
Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag	Ag
Widerstand der inneren Schicht	Keiner	Keiner
Schutz-Preßkörperbögen	Keine	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd	Ag/Pt
Brenntemperatur	900°C	900°C
Während des Brennens angelegter Druck	Nicht angelegt	10 kgf/cm <sup>2</sup>
Dielektrizitätskonstante des Kondensator-dielektrikums	1.500	4.000
Hochtemperaturbelastungszuverlässigkeitstest für den Kondensator	OK	In 20 Stunden kurzgeschlossen
Wölbung, Riß, Deformierung	Wölbung von 60 µm und keine anderen gefunden	Nicht gefunden
Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht	7,7	7,7

Beim BEISPIEL 5 wurde Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis für Ag/Pd von 70/30 als Material für die Elektrodenleiter verwendet. Die andere Zusammensetzung des Substrats und die Brennbedingungen beim BEISPIEL 5 waren dieselben wie jene beim BEISPIEL 1.

Beim BEISPIEL 6 wurde Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis für Ag/Pd von 90/10 als Material für die Elektrodenleiter verwendet. Die andere Zusammensetzung des Substrats und die Brennbedingungen beim BEISPIEL 6 waren dieselben wie jene beim BEISPIEL 2.

Beim BEISPIEL 7 wurde Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis für Ag/Pd von 80/20 als Material für die Elektrodenleiter verwendet. Die andere Zusammensetzung des Substrats und die Brennbedingungen beim BEISPIEL 7 waren dieselben wie jene beim BEISPIEL 3.

Beim BEISPIEL 8 wurde Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis für Ag/Pd von 70/30 als Material für die Elektrodenleiter verwendet. Die andere Zusammensetzung des Substrats und die Brennbedingungen beim BEISPIEL 8 waren dieselben wie jene beim BEISPIEL 4.

Bei den BEISPIELEN 5 bis 8 wurde kein Wölben, kein Reißen oder kein Deformieren in den Substraten nach dem Brennen erzeugt, wie auch in den vorangehenden BEISPIELEN 1 bis 4. Weiterhin wurde als Ergebnis des Kondensator-Hochtemperaturbelastungs-Zuverlässigkeitstest keine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstandes in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 gefunden, und ein Isolierwiderstand von  $10^7 \Omega$  oder darüber wurde bei jedem der BEISPIELE 5 bis 8 sichergestellt, welcher Wert um eine Stelle höher war als jener bei jedem der BEISPIELE 1 bis 4. Die Dielektrizitätskonstante bei den BEISPIELEN 5 bis 8 waren um 10 bis 25% kleiner als jene bei den BEISPIELEN 1 bis 4.

Der VERGLEICHSFALL 2, der in TABELLE 4 gezeigt ist, unterschied sich vom BEISPIEL 5 darin, daß kein Widerstand der inneren Schicht vorgesehen war, daß kein Schutz-Preßkörperbogen verwendet wurde, und daß das Substratlaminat während des Brennens nicht gedrückt wurde. Beim VERGLEICHSFALL 2 wurde eine Wölbung von 60 µm in dem gebrannten Substrat erzeugt. Dies zeigt, daß das Brennen unter Druck bezüglich des Verhinderns einer Wölbung im Substrat effektiv ist.

Weiterhin unterschied sich der VERGLEICHSFALL 3 vom BEISPIEL 5 darin, daß Ag/Pd mit einem Gewichtsverhältnis für Ag/Pd von 95/5 als Material für die Elektrodenleiter verwendet wurde, daß kein Widerstand der inneren Schicht vorgesehen war, und daß Ag/Pt als Material für den Oberflächenschichtleiter verwendet wurde. Kein Wölben, kein Zerreißen, oder keine Deformierung wurde im Substrat des VERGLEICHSFALLS 3 erzeugt, wenn daßelbe bei 900°C gebrannt wurde, wobei es mit 10 kgf/cm<sup>2</sup> gedrückt wurde. Jedoch wurde im Kondensator-Hochtemperaturbelastungs-Zuverlässigkeitstest eine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstands in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 gefunden, und ein Kurzschluß fand nach dem

Verstreichen von 20 Stunden statt. Es wird angenommen, daß dies aufgrund eines zu kleinen Anteils von Pd im Gewichtsverhältnis für Ag/Pd auftrat, das als Material für die Elektrodenleiter verwendet wurde.

Andererseits war das Ag/Pd-Gewichtsverhältnis von Ag/Pd, das als Material für die Elektrodenleiter verwendet wurde, bei den BEISPIELEN 5 bis 8 im Bereich zwischen 90/10 und 60/40. In keinem der BEISPIELE 5 bis 8 wurde eine Verschlechterung bezüglich des Isolierwiderstandes in der dielektrischen Schicht des Kondensators 19 gefunden, so daß die Isolierzuverlässigkeit der dielektrischen Schicht verbessert wurde. Die Erfinder bestätigten experimentell, daß ein geeigneter Bereich des Gewichtsverhältnisses von Ag/Pd, das als Material für die Elektrodenleiter verwendet wurde, zwischen 90/10 und 60/40 lag, und daß die Isolierzuverlässigkeit der dielektrischen Schicht erniedrigt wurde, wenn das Gewichtsverhältnis von Ag/Pd außerhalb des oben angegebenen Bereichs lag.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

Es wird allgemein bevorzugt, daß eine dielektrische Schicht nach dem Sintern eine Dicke von 30 µm oder darüber hat, um eine ausreichende Isolierfähigkeit zwischen den Elektrodenleitern sicherzustellen, oder daß sie eine Dicke von 60 µm oder darüber hat, während sie in ihrer Pastenphase vor dem Sintern getrocknet wird. Wenn obere und untere Elektrodenleiter zur dielektrischen Schicht hinzugefügt werden, sollte der gesamte Kondensator vor dem Sintern eine Dicke von 80 µm oder darüber haben. In der in den Fig. 1A und 1B gezeigten Laminatstruktur hat demgemäß die Schicht, auf der der Kondensator 19 auszubilden ist, einen abgestuften Teil einer Dicke von 80 µm oder darüber an ihrem Teil des Kondensators 19. Da der angelegte Druck auf den Kondensator 19 konzentriert wird, ist es möglich, daß ein äußeres peripheres Ende des Kondensators 19 durch den angelegten Druck derart gedrückt wird, daß er deformiert wird. Dies kann die Isolierfähigkeit reduzieren.

Angesichts des oben beschriebenen Problems wird bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie es in Fig. 2A bis 3B gezeigt ist, ein Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 an eine Schicht laminiert, in der der Kondensator 19 auszubilden ist, um zu verhindern, daß das äußere periphere Ende des Kondensators 19 durch den angelegten Druck deformiert wird. Der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 hat eine Öffnung 21, die einen Ausbildungsbereich für die dielektrische Schicht 12 definiert. Der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 wird aus demselben bei niedriger Temperatur sinterbaren Isolier-Keramikmaterial gebildet wie die anderen Schichten (Isolierschichten) im selben Verfahren, wie es im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben ist. Jedoch hat der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 eine Dicke, die etwa dieselbe wie die dielektrische Schicht 12 des Kondensators 19 und kleiner als die Isolierpreßkörperbögen 11 der anderen Schichten ist.

Das Herstellungsverfahren des zweiten Ausführungsbeispiels wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 2A bis 3B beschrieben. Es werden die Unterschiede zwischen dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel. Die identischen oder ähnlichen Teile des zweiten Ausführungsbeispiels sind mit denselben Bezugszeichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine detaillierte Beschreibung dieser Teile wird weggelassen.

Zuerst wird die Elektrodenleiterpaste 15 mittels Siebdruck auf den Isolierpreßkörperbögen 11 der unteren Schicht aufgebracht, auf der der Kondensator auszubilden ist, so daß eine untere Elektrode des Kondensators 19 gebildet wird. Darauf folgend wird der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22, der die Öffnung 21 im Ausbildungsbereich der dielektrischen Schicht 12 des Kondensators 19 aufweist, an den Isolierpreßkörperbogen 11 der unteren Schicht laminiert, wie es in Fig. 2A gezeigt ist. Die Öffnung 21 des Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 wird dann mit dem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen dielektrischen Material 12 aufgefüllt, so daß eine dielektrische Schicht gebildet wird, wie es in Fig. 2B gezeigt ist. Das bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbare keramische dielektrische Material 12, das hier verwendet wird, kann eine Pb-Perowskit-Verbindung oder eine SrTiO<sub>3</sub>-System-Verbindung sein, wie sie beim ersten Ausführungsbeispiel verwendet wird. Beim Auffüllen der Öffnung 21 mit dem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen dielektrischen Material 12 kann eine dielektrische Paste auf den Teil der durch die Öffnung 21 definierten Elektrodenleiterpaste gedruckt werden, oder ein dielektrischer Preßkörperbogen kann derart geschnitten werden, daß er dieselbe Größe wie die Öffnung 21 aufweist, damit er in diese eingepaßt werden kann.

Darauf folgend wird die Elektrodenleiterpaste 15 mittels Siebdruck auf der oberen Fläche der dielektrischen Schicht 12 und ihrem peripheren Teil aufgebracht, so daß eine obere Elektrode des Kondensators 19 gebildet wird, wie es in Fig. 2C gezeigt ist. Die Isolierpreßkörperbögen 11 werden in Folge mit dem Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 mit dem Kondensator 19 laminiert, wodurch das Substratlaminat hergestellt wird. Das Substratlaminat wird mit 50 bis 250 kg/cm<sup>2</sup> gepreßt, wobei es beispielsweise auf 80 bis 150°C erwärmt wird, so daß das Laminat integriert wird, wie es in Fig. 2D gezeigt ist.

Darauf folgend werden jeweils nicht gebrannte Schutz-Preßkörperbögen 13 (Aluminium-Preßkörperbögen) an beide Seiten des Substratlaminats laminiert. Das Substratlaminat mit den Schutz-Preßkörperbögen 13 wird dann auf dieselbe Weise erwärmt und gepreßt, wie es oben beschrieben ist. Das Substratlaminat mit den Schutz-Preßkörperbögen 13 wird dann bei einer Brenntemperatur für das Substrat im Bereich zwischen 800 und 1.000°C gebrannt, wobei es mit einem Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> gedrückt wird, wodurch ein mehrschichtiges Keramiksubstrat zusammen mit dem darin enthaltenen Kondensator 19 gebrannt wird.

Die Schutz-Preßkörperbögen 13 (ein Aluminiumpulver), die an den jeweiligen Seiten des Substrats anhaften, werden nach dem Brennen mittels Polierens oder ähnliches entfernt. Darauf folgend wird die Oberflächenschichtleiterpaste 20 mittels Siebdruck auf der Oberfläche des Substrats ausgebildet, um in ein Verdrahtungsmuster ausgebildet zu werden. Das Substrat wird dann bei 1.000°C oder darunter gebrannt, wodurch die Herstellung des mehrschichtigen Keramiksubstrats mit dem eingebauten Kondensator 19 beendet wird.

Die Erfinder stellten mehrschichtige Keramiksubstrate gemäß den BEISPIELEN 1 bis 4 her, wie es in

TABELLE 5 gezeigt ist, und zwar gemäß dem oben beschriebenen Verfahren des zweiten Ausführungsbeispiels, um eine Häufigkeit eines Auftretens eines Kurzschlusses in jedem BEISPIEL zu bewerten.

TABELLE 5

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Zusammensetzung des Isolierpreßkörperbogens	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Kondensator-Abstandhalter	Isolierpreßkörperbogen	Isolierpreßkörperbogen	Isolierpreßkörperbogen	Isolierpreßkörperbogen
Material für Dielektrikum des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	SrTiO <sub>3</sub> -System-Verbindung
Elektroden des Kondensators	Au	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 70/30	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 80/20	Ag
Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag	Ag	Ag/Pd	Ag
Schutz-Preßkörperbögen	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd	Ag/Pt	Au	Cu
Brenntemperatur	900°C	900°C	900°C	900°C
Während des Brennens angelegter Druck	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>
Häufigkeit des Auftretens eines Kurzschlusses	0 %	0 %	0 %	0 %

Der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 wurde in allen BEISPIELEN 1 bis 4 in TABELLE 5 um die dielektrische Schicht laminiert. Durch die dielektrische Schicht wurde kein gestufter Teil auf der Schicht gebildet, auf der der Kondensator gebildet wurde. Eine Deformierung des äußeren peripheren Endes des Kondensators wurde durch den Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 verhindert, als das Substratlaminat unter Druck gebrannt wurde. Folglich blieb die Dicke der dielektrischen Schicht 12 am äußeren peripheren Ende des Kondensators 19 genauso wie an seinem zentralen Teil, und demgemäß wurde die Reduzierung bezüglich der Isolierfähigkeit am äußeren peripheren Ende des Kondensators 19 verhindert. Somit war die Häufigkeit des Auftretens eines Kurzschlusses in allen BEISPIELEN 1 bis 4, die in TABELLE 5 gezeigt sind, 0%, wodurch eine hohe Isolierzuverlässigkeit sichergestellt wurde.

Weiterhin wurden die Eigenschaften des Kondensators 19 stabilisiert, da die Schwankungen bezüglich seiner Kapazität und seines Isolierwiderstandes aufgrund der Deformierung des äußeren peripheren Endes des Kondensators 19 auch verhindert wurden. Folglich zeigte das Verfahren des zweiten Ausführungsbeispiels eine hohe Qualität des mehrschichtigen Keramiksubstrats mit eingebautem Kondensator.

TABELLE 6 zeigt andere VERGLEICHSFÄLLE 1 bis 4, wobei in jedem von ihnen das Substratlaminat unter Druck gebrannt wurde, und zwar ohne daß der Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 um die dielektrische Schicht laminiert wurde. Die anderen Bedingungen waren dieselben wie jene in den BEISPIELEN 1 bis 4 in TABELLE 5.

TABELLE 6

	Vergleichsfälle			
	1	2	3	4
Zusammensetzung des Isolier-Preßkörperbogens	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Glas des CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Systems + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Kondensator-Abstandhalter	Keiner	Keiner	Keiner	Keiner
Material für Dielektrikum des Kondensators	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	Pb-Perowskit-Verbindung	SrTiO <sub>3</sub> -System-Verbindung
Elektroden des Kondensators	Au	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 70/30	Ag/Pd im Gewichtsverhältnis von 80/20	Ag
Verdrahtungsleiter der inneren Schicht	Ag	Ag	Ag/Pd	Ag
Schutz-Preßkörperbögen	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Oberflächenschichtleiter	Ag/Pd	Ag/Pt	Au	Cu
Brenntemperatur	900°C	900°C	900°C	900°C
Während des Brennens angelegter Druck	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>	5 kgf/cm <sup>2</sup>
Häufigkeit des Auftretens eines Kurzschlusses	33 %	29 %	26 %	11 %

Bei jedem dieser Vergleichsfälle resultierte das Vorsehen eines Kondensators in einem gestuften Teil von 80 µm oder darüber auf einer Schicht, in der der Kondensator gebildet wurde, da kein Abstandhalterungs-Isolierpreßkörperbogen 22 um die dielektrische Schicht laminiert wurde. Demgemäß wurde das äußere periphere Ende des Kondensators durch den angelegten Druck derart gedrückt, daß es deformiert wurde, so daß die Isolierfähigkeit am äußeren peripheren Ende des Kondensators möglicherweise reduziert ist. Folglich wurde, da die Häufigkeit des Auftretens eines Kurzschlusses maximal 33% und minimal 11% war, die Produktausbeute reduziert.

#### Modifizierte Formen

Andere verwendbare bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbare keramische Isoliermaterialien enthalten keramische Materialien, die bei 1.000°C oder darunter gebrannt werden können, wie beispielsweise Glas des SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Systems und des Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Systems, Glas des PbO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Systems und des Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Systems und kristallisiertes Glas des Cordierit-Systems.

Bei den vorangehenden Ausführungsbeispielen wurde die Pb-Perowskit-Verbindung oder die SrTiO<sub>3</sub>-System-Verbindung als Material für das Dielektrikum des Kondensators 19 verwendet. Eine Verbindung des BaTiO<sub>3</sub>-Systems oder eine Verbindung des CaTiO<sub>3</sub>-Systems können statt dessen als Material für das Dielektrikum verwendet werden. Diese Verbindungen sind für die Herstellung eines Kondensators geeignet, da sie mit dem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Isoliermaterial bei 1.000°C oder darunter gemeinsam brennbar sind und jeweilige hohe Dielektrizitätskonstanten aufweisen.

Statt RuO<sub>2</sub> kann Ru-Pyrochlor als Material für den Widerstand verwendet werden. Das Ru-Pyrochlor ist genauso gut wie RuO<sub>2</sub> mit der bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren Keramik gemeinsam brennbar.

Obwohl bei den vorangehenden Ausführungsbeispielen der Aluminium-Preßkörperbogen als Schutz-Preßkörperbogen verwendet wird, kann der Schutz-Preßkörperbogen statt dessen ein Preßkörperbogen sein, der aus einem keramischen Material mit hoher Brenntemperatur hergestellt ist, wie beispielsweise SiC oder AlN.

Obwohl bei den vorangehenden Ausführungsbeispielen ein einziger Kondensator im mehrschichtigen Keramiksubstrat vorgesehen ist, kann eine Vielzahl solcher Kondensatoren auf dieselbe Weise, wie es oben beschrieben ist, vorgesehen werden.

Die vorangehende Beschreibung und die Zeichnungen dienen lediglich der Darstellung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung und sollen nicht in einem beschränkenden Sinn verstanden werden. Fachleuten werden verschiedene Änderungen und Modifikationen klar sein. Alle derartigen Änderungen und Modifikationen wer-

den derart angesehen, daß sie in den Schutzzumfang der durch die beigefügten Ansprüche definierten Erfindung fallen.

# Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Keramiksubstrats mit einem Kondensator, der durch gemeinsames Brennen des Substrats und des Kondensators bei einer vorbestimmten Brenntemperatur für das Substrat im Bereich zwischen 800 und 1.000°C integral eingebaut wird, gekennzeichnet durch folgende aufeinanderfolgende Schritte:  
 Bilden eines zwischen Preßkörper-Isolierschichten (11) angeordneten Substratlaminate mit einem Kondensator (19), wobei die Preßkörper-Isolierschichten jeweils aus einem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Isoliermaterial bestehen, wobei der Kondensator (19) aus einer dielektrischen Preßkörperschicht (12), die aus bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbarem keramischen dielektrischen Material besteht, und aus dielektrische Schicht (12) in Sandwich-Struktur umgebenden Elektrodenleitern (15) besteht;  
 jeweiliges Laminieren von Schutz-Preßkörperbögen (13), die bei der Brenntemperatur für das Substrat nicht gesintert werden, an beide Seiten des Substratlaminate;  
 Brennen des Substratlaminate mit den Schutz-Preßkörperbögen (13) bei der Brenntemperatur für das Substrat, während daran normal zu einer freien Oberfläche eines der Schutz-Preßkörperbögen (13) Druck angelegt wird, wobei der Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> liegt; und  
 Entfernen der Schutz-Preßkörperbögen (13) von beiden Seiten der gebrannten zusammengebauten Anordnung, um dadurch das mehrschichtige Keramiksubstrat mit dem integral eingebauten Kondensator (19) herzustellen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Preßkörper-Isolierschicht (11) ein aus bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbarem keramischen Isoliermaterial gebildeter Preßkörper-Isolierbogen ist, und daß die dielektrische Preßkörperschicht (12) durch Drucken eines bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen dielektrischen Materials gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Preßkörperschicht (12) durch Laminieren eines Abstandhalter-Isolierpreßkörperbogens (22) mit einer Öffnung (21) gebildet wird, die einen Ausbildungsbereich der dielektrischen Schicht (12) zu einem inneren Isolierpreßkörperbogen (11) definiert, und durch Auffüllen der Öffnung (21) mit dem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Material in einem Laminierprozeß der Isolierpreßkörperbögen (11).
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Elektrodenleiter (15) aus Au oder einer Au-Legierung besteht.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Elektrodenleiter (15) aus Ag/Pd mit einem Ag/Pd-Gewichtsverhältnis im Bereich zwischen 90/10 bis 60/40 besteht.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (12) aus einer Pb-Pe-rowskit-Verbindung besteht.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbare keramische Isoliermaterial eine Mischung eines Glaspulvers eines Systems aus CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder eines Systems aus MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und eines Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pulvers ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substratlaminate Innen- oder Oberflächenschichten hat, die mit Verdrahtungs- und Zwischenschicht-Durchgangsleitern ausgebildet sind, die jeweils Au, Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Cu umfassen.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substratlaminate eine Innen- oder Oberflächenschicht hat, die mit einem Widerstand (19) ausgebildet ist, der RuO<sub>2</sub> oder ein Ru-Pyrochlor umfaßt.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schutz-Preßkörperbogen (13) ein Aluminium-Preßkörperbogen ist.
11. Mehrschichtiges Keramiksubstrat mit integral eingebautem Kondensator, das durch ein Verfahren gebildet ist, das durch folgende aufeinanderfolgende Schritte gekennzeichnet ist:  
 Bilden eines zwischen Preßkörper-Isolierschichten (11) angeordneten Substratlaminate mit einem Kondensator (19), wobei die Preßkörper-Isolierschichten jeweils aus einem bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbaren keramischen Isoliermaterial bestehen, wobei der Kondensator (19) aus einer dielektrischen Preßkörperschicht (12), die aus bei niedriger Temperatur gemeinsam brennbarem keramischen dielektrischen Material besteht, und aus dielektrische Schicht (12) in Sandwich-Struktur umgebenden Elektrodenleitern (15) besteht;  
 jeweiliges Laminieren von Schutz-Preßkörperbögen (13), die bei der Brenntemperatur für das Substrat nicht gesintert werden, an beide Seiten des Substratlaminate;  
 Brennen des Substratlaminate mit den Schutz-Preßkörperbögen (13) bei der Brenntemperatur für das Substrat, während daran normal zu einer freien Oberfläche eines der Schutz-Preßkörperbögen (13) Druck angelegt wird, wobei der Druck im Bereich zwischen 2 und 20 kgf/cm<sup>2</sup> liegt; und  
 Entfernen der Schutz-Preßkörperbögen (13) von beiden Seiten der gebrannten zusammengebauten Anordnung, um dadurch das mehrschichtige Keramiksubstrat mit dem integral eingebauten Kondensator (19) herzustellen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

DRUCKBEAUFSCHLAGUNG

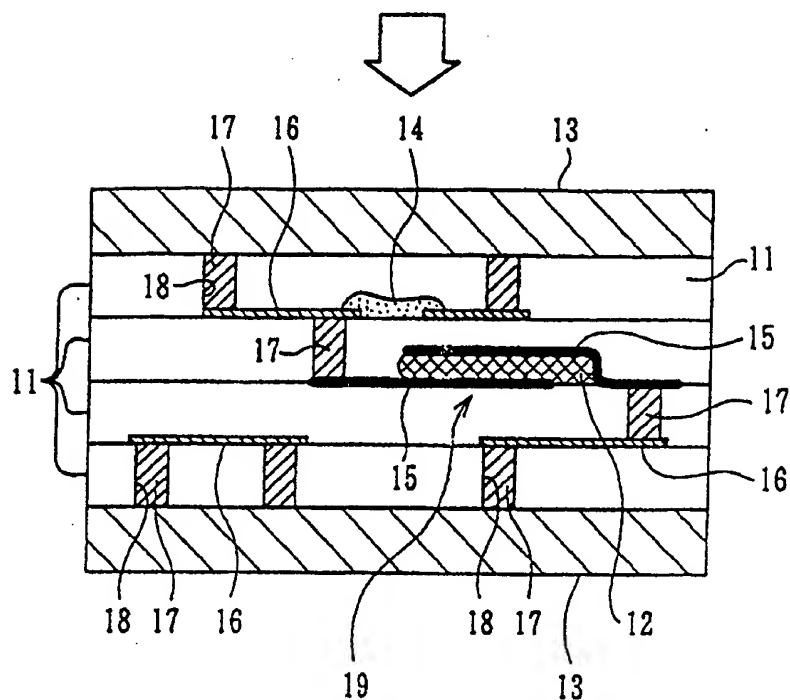


FIG. 1A

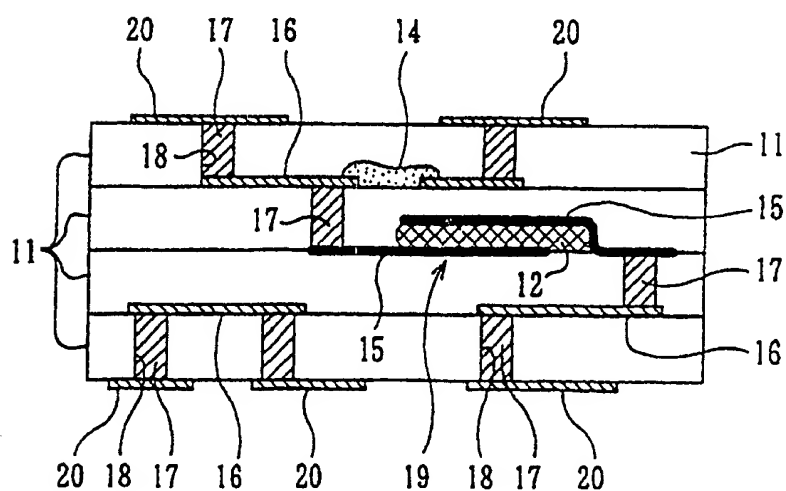
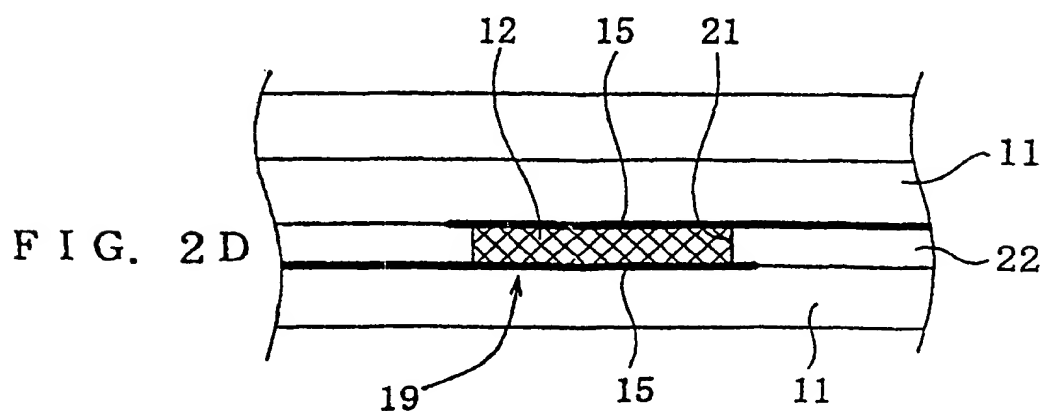
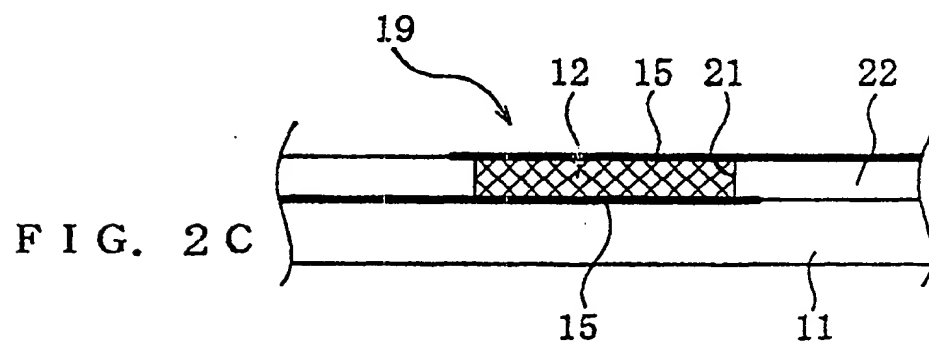
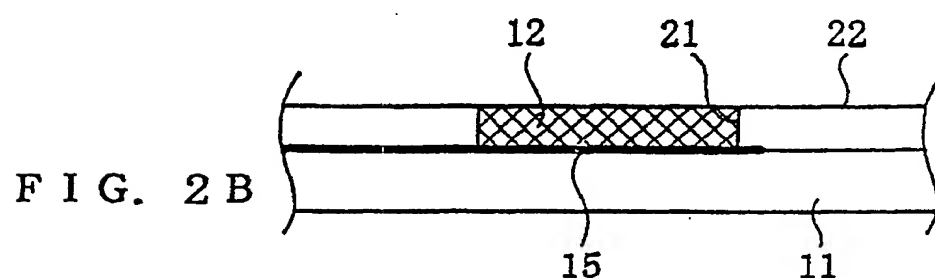
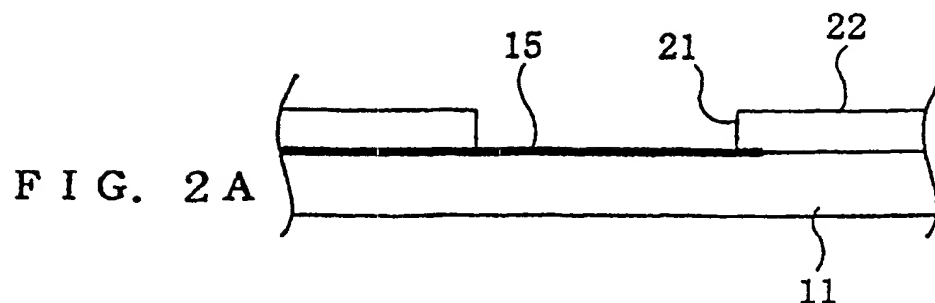


FIG. 1B





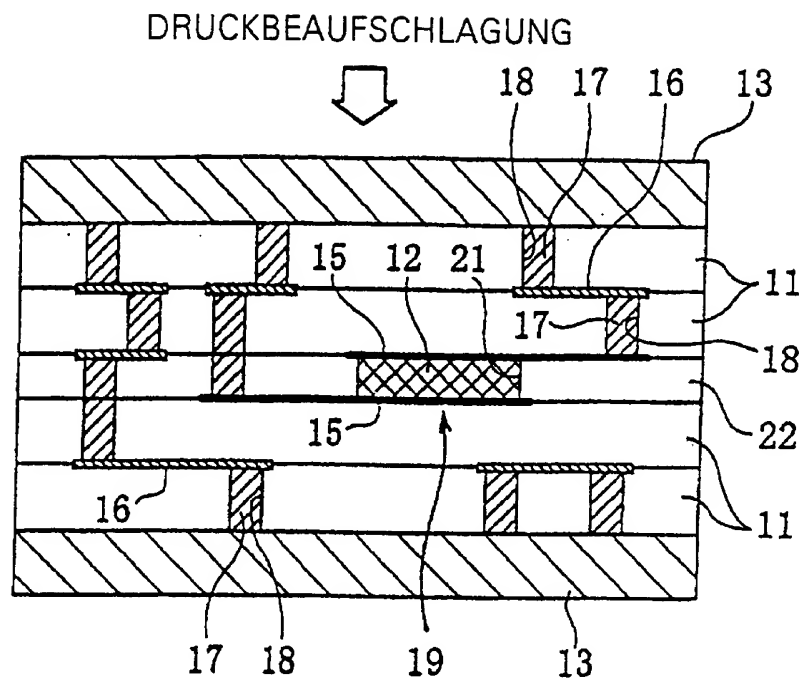


FIG. 3 A

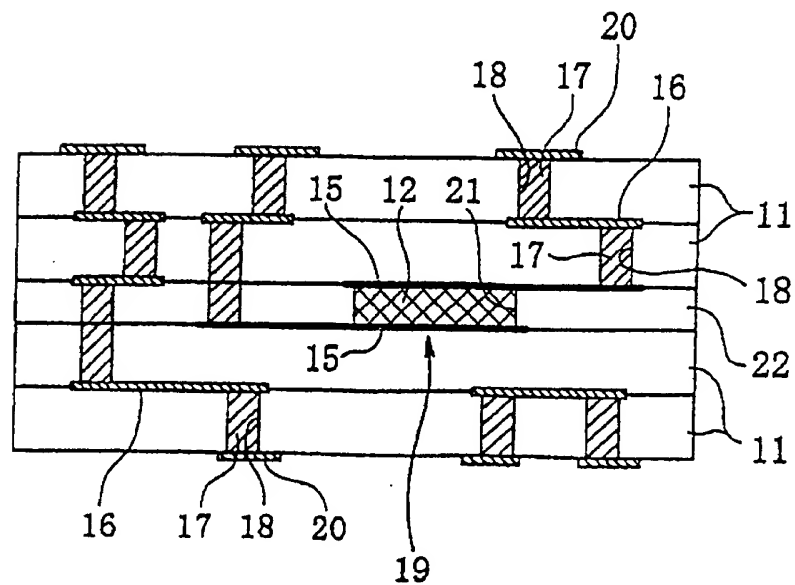


FIG. 3 B